

## Passive radar reflectors

**Patent number:** DE3337941  
**Publication date:** 1985-05-09  
**Inventor:** EBNETH HAROLD DR (DE); FITZKY HANS GEORG DR  
**Applicant:** BAYER AG (DE)  
**Classification:**  
- **International:** H01Q15/14; G01S7/38  
- **European:** H01Q15/14C  
**Application number:** DE19833337941 19831019  
**Priority number(s):** DE19833337941 19831019

### Abstract of DE3337941

Thin, preferably circular sheets of metallised polymeric material having a diameter equal to 0.1 to 1 wavelength of the radiation to be reflected are eminently suitable as passive radar reflectors for the millimeter wavelength range.



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 33 37 941.6  
②② Anmeldetag: 19. 10. 83  
②③ Offenlegungstag: 9. 5. 85

OFICINA DE PATENTES Y MARCAS  
Dpto. SEPT. 1.º y 2.º MARCA  
1.º y 2.º MARCA  
Plaza de España 17, 1.º piso  
28014 Madrid

DE 3337941 A1

⑦① Anmelder:  
Bayer AG, 5090 Leverkusen, DE

⑦② Erfinder:  
Fitzky, Hans Georg, Dr., 5068 Odenthal, DE; Ebner,  
Harold, Dr., 5090 Leverkusen, DE

⑤④ Passive Radarreflektoren

Als passive Radar-Reflektoren für den Millimeterwellenbereich eignen sich hervorragend dünne, vorzugsweise kreisförmige Blättchen aus metallisierten polymeren Materialien mit einem Durchmesser entsprechend 0,1 bis 1 Wellenlänge der zu reflektierenden Strahlung.



DE 3337941 A1

Patentansprüche

1. Passive Radar-Reflektoren für den Millimeterwellenbereich von 30 - 300 GHz, dadurch gekennzeichnet, daß Reflektoren in der Form dünner Blättchen aus metallisierten polymeren Materialien mit einem Durchmesser entsprechend 0,1 bis 1 Wellenlänge der zu reflektierenden Strahlung verwendet werden.
2. Passive Radar-Reflektoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blättchen rechteckig oder - vorzugsweise - kreisförmig sind.
3. Passive Radar-Reflektoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Blättchen 1,5 - 15 mm und ihre Stärke zwischen 2 - 20  $\mu$ m beträgt.
4. Passive Radar-Reflektoren nach Anspruch 1 + 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Metallisierung eine stromlos naßchemisch aufgebrachte Metallschicht von 0,05 bis 0,5  $\mu$ m Stärke verwendet wird.
5. Passive Radar-Reflektoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blättchen vernickelt sind.

BAYER AKTIENGESSELLSCHAFT

5090 Leverkusen, Bayerwerk

Zentralbereich

Patente, Marken und Lizenzen K/Ke-c

18. OKT. 1983

Passive Radarreflektoren

Gegenstand der Erfindung sind metallisierte Blättchen, die als passive Radarreflektoren, sogenannte Düppel, verwendet werden, um damit ungewollte Signale (returns) an eine Radaranlage zu geben. Dabei handelt es sich im  
5 wesentlichen um rechteckige Streifen aus Aluminiumfolien, die z.T. auf Papier, Glasfasern, Polyamidfäden und dergleichen kaschiert sind.

Während herkömmliche Radargeräte zur Luftüberwachung in einem Frequenzbereich von etwa  $10^{10}$  Hz, d.h. also im  
10 Zentimeterwellenbereich arbeiten, ist zu erwarten, daß zukünftige Radarsysteme wegen der verbesserten Auflösung und den geringeren Antennenabmessungen wesentlich kürzere Wellenlängen bevorzugen werden.

Von besonderem Interesse sind hier die Millimeterwellen  
15 im Bereich der sogenannten atomosphärischen Fenster, d.h. im Frequenzbereich von 30 - 300 GHz, bei denen die Ausbreitung der Radarwellen infolge Absorption durch Wasserdampf und Sauerstoff weniger behindert ist.

Für Millimeterwellen werden nun aber Düppel von etwa  
20 0,5 bis 5 mm Länge benötigt.

Es ist daher bereits vorgeschlagen worden (vgl. DE-A 3 246 289), zur Störung derartiger Radarsysteme Radar-Düppel aus metallisierten Kohlenstoff-Fasern mit einem Durchmesser von 7,5 - 8  $\mu\text{m}$  einzusetzen.

- 5 Bei diesen kurzen Faser-Dipolen wird die Radar-Rückstreuung durch die ohm'schen Verluste in der dünnen Metallschicht auf der Faser von ca. 5 - 10  $\mu\text{m}$  Stärke schon stark beeinträchtigt, was die Verwendung hoch leitfähiger Metalle wie Kupfer oder Silber erforderlich macht.
- 10 Darüber hinaus geben dünne Dipole eine starke Abhängigkeit der Rückstreuung von der Polarisationsrichtung der Radarstrahlung. Weiterhin besteht besonders bei dichter Packung die Gefahr der Verbiegung der Dipole, was zu einer frequenzmäßigen Verstimmung und damit einer Ver-
- 15 ringerung der Radar-Rückstreuung beiträgt. Diese Verbiegung tritt vor allem dann ein, wenn ein Querschnitt aus dem Filamentgarn oder Monofilen hergestellt werden soll.

- Selbst ein vernickeltes Filamentgarn läßt sich aus organischen Hochpolymeren, z.B. Polyacrylnitrilen, Aramiden, Polyester oder Glasseide und Kohlenstofffilament usw.,
- 20 nicht einwandfrei schneiden, zumal wenn exakte Längen benötigt werden. Deformation der Düppel können auch zu Rißbildung in der Metallschicht und damit zur Verschlechterung der Reflexion beitragen.
- 25

Es wurde nun gefunden, daß man diese Nachteile weitgehend vermeiden kann, wenn man Düppel in Gestalt dünner metallisierter, vorzugsweise kreisförmiger oder vieleckiger

Blättchen aus polymeren Materialien mit einem Durchmesser entsprechend 0,1 - 1,0 Wellenlänge der zu reflektierenden Strahlung verwendet.

5 Bevorzugt sind kreisförmige und quadratische Blättchen mit einem Durchmesser bzw. einer Kantenlänge von einer viertel- bis zu einer halben Radarwellenlänge.

10 Es muß dabei als ausgesprochen überraschend angesehen werden, daß mit diesen Düppeln im Vergleich zu Faser-Dipolen von einer halben Wellenlänge überraschend intensive Radar-Echos erzielt werden konnten. Darüber hinaus ergab sich eine wesentlich geringere Abhängigkeit der Rückstreuung von der Radar-Frequenz als bei Verwendung gleich langer Faser-Dipole.

15 Der Erfindung entsprechend werden metallisierte Blättchen je nach Frequenzbereich in Durchmessern von 1 - 10, vorzugsweise 1,5 bis 8 mm und in Stärken von 2 bis 20 µm aus thermoplastischen oder aus duromeren Hochpolymeren z.B. aus Polycarbonat, Polyester, Polyamid, Polypropylen, Phenolharz, Polyhydantoin oder metallisierten an-  
20 organischen Materialien, z.B. dünnem Glas usw. verwendet. Bevorzugt ist metallisiertes Papier sowie Kunstpapier auf Polyethylenbasis.

25 Zur Metallisierung eignen sich vor allem stromlose, naß-chemische Verfahren, bei denen die Substrate zuvor mit Palladiumsol (z.B. gemäß DE-A 2 743 768) oder metallorganischen Verbindungen (z.B. gemäß DE-A 3 025 307) aktiviert worden sind. Der metallische Überzug soll vor-

zugsweise eine Schichtdicke von 0,05 - 0,5  $\mu\text{m}$  aufweisen. Neben Kupfer, Silber und Aluminium ist Nickel besonders gut für die Metallisierung geeignet.

- 5 Der auf den Substraten aufgebraachte Nickelfilm ist durch seine hohe Oxidationsbeständigkeit und Abriebfestigkeit anderen Metallen wie Kupfer und Silber wesentlich überlegen. Bei Stärken von ca. 0,1  $\mu\text{m}$  werden im Millimeterbereich bereits Reflexionsverluste von weniger als 1 db erzielt.
- 10 Die besonders bevorzugte Kreisform der Düppel ergibt nicht nur eine höhere mechanische Stabilität gegen Verbiegung und Rißbildung, sondern auch eine geringere Beeinträchtigung der Rückstreuung bei Deformation. Darüber hinaus bietet die Blättchenform aerodynamische Vor-
- 15 teile. Im Vergleich zu Faser-Dipolen zeigen Kreisblättchen im freien Fall eine wesentlich stärkere Tendenz zur Ausweitung der reflektierenden Wolke und längerer Verweilzeit in der Luft z.B. durch Hochwirbeln in aufströmender Luft.
- 20 Im übrigen ist die Verwendung der neuen Düppel nicht auf den eingangserwähnten Bereich beschränkt. Auch auf dem Rettungs-Sektor bieten sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, z.B. zur Lokalisierung von Unfallopfern auf Wasser und Land, die die Unfallstelle durch einfaches
- 25 Verstreuen der Düppel gekennzeichnet haben.

Beispiel

- Mit einem Bürolocher werden aus Kunstpapier vom Typ TYVEK (eingetragenes Markenzeichen der Du Pont) kreisförmige Blättchen von 5 mm Durchmesser ausgestanzt. Diese werden bei Raumtemperatur in ein salzsaures Bad (pH 1) einer kolloidalen Palladiumlösung gemäß DE-A 1 197 720 eingetaucht. Nach Verweilen unter leichter Warenbewegung zwischen 10 Sekunden und 2 Minuten wird das Gut entnommen und mit Wasser bei Raumtemperatur gespült. Danach gibt man es in eine ca. 5 %ige Natronlauge bei Raumtemperatur. Unter leichter Warenbewegung wird das Gut zwischen ca. 30 Sekunden und 2 Minuten behandelt, anschließend entnommen und dann mit Wasser ca. 30 Sekunden bei Raumtemperatur gespült. Anschließend trägt man das Gut z.B. in ein alkalisches Nickelbad in eine Lösung aus 0,2 Mol/l Nickel-II-Chlorid, 0,9 Mol/l Ammoniumhydroxid, 0,2 Mol/l Natriumhypophosphit, in das man so viel Ammoniak einleitet, daß der pH-Wert bei 20°C 8,9 beträgt.
- 20 Nach ca. 3 Minuten hat die Nickelschicht eine Dicke von 0,15 µm erreicht. Das Gut wird dem Bad entnommen und bis zur Neutralreaktion gründlich mit Wasser von Raumtemperatur gespült und getrocknet.

- 25 Neben den oben erwähnten vorteilhaften Eigenschaften zeichnet sich das metallisierte Produkt durch ein niedriges Schüttvolumen aus, wodurch es metallisierten Kügelchen überlegen ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, zunächst den kompletten Papierbogen zu metallisieren und diesen danach zu zerkleinern.